



(index.asp)



(edicoes.asp?link=ultima&tipo=A&edicao=n92)



(edicoes.asp?link=ultima&tipo=A&edicao=n91)



Fernando B. Britto, você está logado

(edicoes.asp?link=ultima&tipo=A&edicao=n91)



 Edição Nº 82 - Setembro/Octubro de 2016 -
 Ano XV
Esta notícia já foi visualizada **3699** vezes.

(bannerRecebe.asp?id=87)

Filtros para salas limpas

por **Carla Legner**

Uma sala limpa é uma sala cuja concentração de contaminantes é controlada dentro de limites específicos. De acordo com a definição dada pela norma NBR 13413, trata-se de uma sala na qual o suprimento e a distribuição do ar, sua filtração, materiais de construção e procedimentos de operação que visam controlar as concentrações de partículas em suspensão no ar, atendendo aos níveis apropriados de limpeza conforme definido pelo usuário e de acordo com normas técnicas vigentes. De acordo com J. Fernando B. Britto, engenheiro mecânico da Adriferc - Engenharia e Consultoria, o principal objetivo de uma sala limpa é o controle da contaminação do produto acabado por partículas viáveis (que se reproduzem) e não-viáveis (inertes) existentes no ar ambiental. Suas principais aplicações ocorrem em produções ligadas a ciências da vida (fármacos, alimentos, bebidas, cosméticos, veterinária, hospitais, clínicas, laboratórios, sementes, etc), microeletrônica, micromecânica e óptica e também em pesquisas avançadas (aeroespacial, nuclear, etc). "No passado foi utilizada basicamente na indústria eletrônica, micro eletrônica e farmacêutica, hoje tem cada vez mais sua utilização difundida nos mais diversos mercados. Sua utilização vai desde áreas farmacêuticas, eletrônica, semi condutores, biotecnologia, na clonagem de plantas, reprodução humana e animal até áreas como petróleo e gás e pintura", completa Luciano Figueiredo, gerente comercial do Grupo Veco. Sala Limpa é aquela que contém sistema de manutenção da qualidade do ar interior, apresentando os níveis de contaminantes e partículas dentro dos limites estabelecidos por Norma para a atividade exercida. A aplicação correta das normas e também da manutenção em salas limpas é de fundamental importância para obter a qualidade do ar interior desejável, de maneira a atender os padrões requeridos para cada tipo de atividade exercida para o ambiente.

A implantação de uma Sala Limpa evita contaminação em processos produtivos, salas de cirurgia, manipulação de alimentos, etc., mantendo os requisitos de normas vigentes de qualidade do ar, número de partículas no ambiente, fluxo de ar, promovendo a estabilidade em processos produtivos. Em caso de processos produtivos, agrega valor ao produto. Na área médica, reduzem substancialmente as infecções hospitalares. Silvana Jacó, engenheira de aplicação da Linter Filtros explica que a correta utilização dos filtros é importante para o controle do material particulado no ambiente, garantindo a classificação da Sala Limpa dentro das normas.

Tipos de sistemas e como funcionam

Diferentemente do conceito geral de que filtros operam como "peneiras" selecionando as partículas que "passam" ou "não-passam" por suas malhas, a filtração de gases ocorre de maneira um pouco diferente. Fernando explica que, sem dúvida, parte do fenômeno realmente é de peneiramento, mas isso só ocorre com as partículas maiores. Como a densidade dos gases é muito pequena em relação à dos líquidos (a água é 800 vezes mais densa que o ar), não conseguem fornecer energia suficiente para remover partículas que tenham aderido às fibras do filtro. Ainda de acordo com o engenheiro da Adriferc existem duas situações principais com relação às configurações das salas limpas e dizem respeito principalmente ao que será processado em seu interior. No primeiro caso, os produtos processados precisam ser protegidos do meio-ambiente e não oferecem risco para este. Este é o caso mais comum e promove-se a contenção por meio de barreiras físicas e cascata de pressões positiva em relação à atmosfera. A classe de limpeza do ar é obtida por filtração de múltiplos estágios, podendo ser adotado o método de diluição (classes 8 a 6) ou por varredura (classes 5 a 1). No segundo caso, os produtos podem ser ou atingir algum grau de toxicidade e a proteção do meio-ambiente é requisito primordial. Nestes casos, além dessas necessidades, efetua-se a contenção das

partículas por meio de cascatas de pressões negativas com relação à atmosfera ou com contenções ainda mais positivas em torno das instalações (um prédio dentro de outro mais pressurizado). “Nem sempre as salas limpas requerem ser classificadas de acordo com as classes normalizadas, embora sigam todos os preceitos e cuidados recomendados para as limpas. Nestes casos, as chamamos de ambientes controlados”, ressalta Fernando.

Classificação das Salas limpas

De acordo com Luciano, existem basicamente três tipos de salas limpas: Sala Limpa de Fluxo Unidirecional (Laminar), no qual temos um teto filtrante e toda a área, sala limpa tradicional ou de fluxo turbulento, na qual existem pontos de insuflamento e pontos de retorno/exaustão localizados próximos ao piso e salas limpas de fluxo misto que mesclam os dois tipos anteriores.

O primeiro cuidado com uma sala limpa é em relação ao projeto da sala, esta é à base do sucesso, nele é preciso prever todas as interferências do processo, as limitações estruturais e os resultados que são desejados. O maior erro nas salas limpas é fazer um projeto subdimensionado, ou se trabalhar com o resultado muito próximo do limite superior de controle, todo o sistema de filtragem, insuflamento e retorno/exaustão é dinâmico e sofre oscilações com o passar do tempo, com isso em pouco tempo é perdida a condição de projeto ou o resultado esperado.

| Classificação ISO CD 14644-1 (1996) | Máximas concentrações permitidas (partículas/m ³ de ar) de partículas de um tamanho maior do que ou igual ao tamanho mostrado abaixo | | | | | |
|-------------------------------------|---|---------|---------|------------|-----------|---------|
| | 0.1 µm | 0.2 µm | 0.3 µm | 0.5 µm | 1 µm | 5 µm |
| ISO 1 | 10 | 2 | | | | |
| ISO 2 | 100 | 24 | 10 | 4 | x | - |
| ISO 3 | 1.000 | 237 | 102 | 35 | 8 | - |
| ISO 4 | 10.000 | 2.370 | 1.020 | 352 | 83 | - |
| ISO 5 | 100.000 | 23.700 | 10.200 | 3.520 | 832 | 29 |
| ISO 6 | 1.000.000 | 237.000 | 102.000 | 35.200 | 8.320 | 293 |
| ISO 7 | - | - | - | 352.000 | 83.200 | 2.930 |
| ISO 8 | - | - | - | 3.520.000 | 832.000 | 29.300 |
| ISO 9 | - | - | - | 35.200.000 | 8.320.000 | 293.000 |

Tabela: Divulgação Camfil

Níveis de partícula permitidos em diferentes classes de salas limpas e zonas limpas

“Todo o projeto de uma sala deve ser pensado para um regime de trabalho de longo prazo, as certificações devem ocorrer no mínimo uma vez ao ano e o sistema deve estar preparado para manter suas características pelo menos por este período”, explica Luciano.

A classificação de salas limpas contida na parte 1 da ISO 14644 é a classificação mundialmente mais utilizada atualmente, nela as Salas Limpas estão classificadas em nove classes. Silvana completa ainda que é possível comparar essa nova norma técnica com as antigas normas US. FED STD 209D e US. FED STD 209E (que estão caindo em desuso mas que ainda são muito conhecidas dos especialistas):

As Salas Limpas Classe 1 a Classe 5 funcionam sob regime de fluxo de ar laminar e tem as seguintes características principais: o ar flui uniformemente a partir do forro a uma taxa de 0,45m/s; há filtros por todo o forro; não há correntes de ar dentro do ambiente controlado; há um fluxo de ar uniforme pelo ambiente sem dispersão transversal de partículas; o ar é retirado do ambiente somente por exaustão pelo piso.

Salas Limpas Classe 6 a Classe 9 funcionam sob regime de fluxo de ar turbulento e tem as seguintes principais características: o ar flui a partir de difusores no forro a uma taxa de 0,45m/s; há correntes de ar dentro do ambiente controlado; permite-se a existência de dispersão transversal de partículas dentro do ambiente controlado; o ar é retirado do ambiente por exaustão pelo piso ou pelo forro.

| ISO 14644-1 | US. FED STD 209D | US. FED STD 209E |
|-------------|------------------|------------------|
| Classe 1 | | |
| Classe 2 | | |
| Classe 3 | 1 | M1.5 |
| Classe 4 | 10 | M2.5 |
| Classe 5 | 100 | M3.5 |
| Classe 6 | 1.000 | M4.5 |
| Classe 7 | 10.000 | M5.5 |
| Classe 8 | 100.000 | M6.5 |
| Classe 9 | | |

Tabela: Divulgação Linier Filtr

Comparativo entre normas

Os filtros

A Sala Limpa é dotada de um sistema de climatização, em que está incluso o sistema de filtragem. Os filtros podem estar localizados no sistema de diferentes formas, dependendo da concepção adotada no projeto. Silvana explica que o sistema mais indicado para cada ambiente normalmente é pré-estabelecido por empresas especializadas em projetos e engenharia de ar condicionado, normas nacionais e internacionais que estabelecem a classe de filtragem que cada tipo de filtro utilizado, a máxima concentração de partículas/m³ para definir a classe ISO (variando de 1 a 9) onde quanto menor a classe, maior é a eficiência de filtragem do ar. A engenheira destaca alguns filtros:

- **Air Handling Unit ou condicionador de ar:** sistema dotado de caixa de filtragem com os três estágios (Filtro Grosso, Filtro Fino e Filtro Absoluto). Nessa configuração o ar sai da caixa já filtrado e percorre a rede de dutos até o ponto de insuflamento na sala.

- **Caixa terminal com Filtro Absoluto ou Forro Filtrante:** são utilizados filtros grossos na admissão de ar externo, bateria com filtros grossos e finos em uma caixa de filtragem no ramal principal da rede de dutos, e por fim, no final de cada duto instalam-se difusores de ar com filtro absoluto terminal. Essa configuração garante que qualquer contaminação existente na rede de dutos de insuflamento seja filtrada no final do percurso.

- **Capelas de Fluxo Laminar:** Para sistemas que necessitam de pequenas áreas de filtragem, podemos utilizar as Capelas de Fluxo Laminar, que são compactas e de fácil instalação. Esses sistemas compactos são versáteis, eficazes e muito utilizados para adequação de ambientes com estrutura física existente, limitada e com poucas possibilidades de modificações estruturais. São equipamentos que podem ficar dentro do ambiente reciclando o ar e melhorando o seu grau de limpeza, ou ainda, podem ficar instalados num ambiente externo captando o ar de outro ambiente e insuflando ar filtrado para a sala limpa ou controlada gerando pressão positiva no ambiente. Esses equipamentos normalmente são fornecidos com filtragem grossa combinado com carvão ativado e filtro HEPA.

Como a concentração de partículas totais (viáveis + não-viáveis) no meio ambiente é muito grande (da ordem de milhões, para $d \geq 0,5$ micrômetros), não seria razoável submeter filtros de eficiência muito elevada diretamente ao ar "contaminado". Então, adotam-se estágios de filtragem, reduzindo-se gradativamente a concentração, até se obterem as concentrações adequadas para tratar os ambientes e remover-lhes suas próprias emissões de partículas.



Opakfil ENERGY da Camfil fornece filtragem de alta eficiência e baixo consumo de energia para pré filtragem em salas limpas.

"Começamos a filtragem (adota-se filtragem para gases e filtração para líquidos) com pré-filtros grossos (usualmente classe G3 ou G4, conforme NBR 16101), para remoção de particulado grande (poeira atmosférica, geralmente visível a olho nu), seguida de pré-filtragem fina (usualmente classe F8 ou F9, conforme NBR 16101), destinados à remoção das partículas ultrafinas ($d \geq 0,4$ micrômetros) que os filtros grossos não conseguem remover. Adotamos pré-filtros grossos antes dos finos, pois os custos destes primeiros são muito reduzidos e assim ampliamos a vida dos filtros finos (dezenas de vezes mais caros), explica Fernando.

Em alguns casos, já se consegue obter a classe ISO 8 apenas com filtragem fina. Porém, como não podemos ensaiar de forma adequada os filtros finos instalados em campo (danificaria o instrumento), a classificação pode não ser reprodutível e recomenda-se a instalação de filtragem HEPA mesmo nestes casos. Luciano explica os três estágios que compõem o sistema de filtragem:

1º Estágio: Pré-filtros (Filtros grossos), normalmente classe G4 ou M5, são responsáveis pela captação e retenção de partículas maiores que 10 micra. Estes filtros podem ser planos, plissados ou bolsa, a escolha do tipo de pré filtro está muito ligada com as condições ambientais do local da instalação.

2º Estágio: Filtros intermediários (filtros finos), normalmente classe F7, F8 ou F9, são responsáveis pela captação e retenção de partículas maiores que 1 micron. Estes filtros podem ser plissados planos ou cunha e bolsa, a escolha do tipo de filtro está muito ligada com as condições da instalação às necessidades do processo.

3º Estágio: Filtros HEPA (Filtro Absolutos), são responsáveis pela captação e retenção de partículas submicrônica. Estes filtros podem ser planos plissados ou cunha, a escolha do tipo de filtro está diretamente ligada a vazão de ar do sistema e a localização do mesmo na instalação. Filtros cunha são mais utilizados em instalações em que todo o sistema de filtragem fica na máquina ou em uma caixa de filtragem no duto, este tipo de instalação pode ser utilizada em salas limpas de menor grau de exigências, normalmente ISO Classe 8 ou ISO classe 9. Filtros planos são mais comuns em instalações em que o filtro HEPA é terminal; é a última barreira antes do ar entrar na sala.

"A importância dos estágios de filtragem é escalar a filtragem, removendo as partículas maiores e com isso aumentando a vida útil dos filtros HEPA e de todo o sistema. Um sistema sem um bom sistema de pré-filtragem e filtragem intermediária ou com um sistema subdimensionado será responsável por um alto custo de manutenção, troca frequente de sistema e muitas vezes perda de classificação desejada para a sala", completa Luciano.



Filtros para Sala Limpa do Grupo Veco

Como funcionam os filtros

O sistema de filtragem é determinante para satisfazer o QAI (Qualidade do Ar Interno) em locais com concentrações elevadas de contaminantes químicos ou por partículas. Embora os filtros grossos, médios, finos, EPA, HEPA e ULPA se destinem exclusivamente à retenção do particulado em suspensão no ar e não tratem as contaminações químicas, eles promovem a retenção das partículas viáveis, constituídas por microrganismos, responsáveis por grande parte das "doenças ocupacionais" relacionadas aos sistemas de tratamento de ar das edificações.

Silvana explica que após definição do conceito do sistema por um projetista, são estabelecidos os tipos de filtros, (grossos, médios, finos e absolutos) que serão utilizados para denominar a classificação de filtragem do AA seguindo as três etapas do estágio. Dentro dos métodos de filtragem de ar deve-se considerar alguns efeitos dos métodos de filtragem de partículas mais comuns em uso atualmente que segundo a empresa Camfil são cinco diferentes mecanismos de coleta regem o desempenho do filtro de ar de partículas: peneiramento, interceptação, difusão, separação inercial e atração eletrostática.

Peneiramento: ocorre quando o espaço entre os componentes do meio filtrante (fibras, tela, metal corrugado, etc.) é menor do que o diâmetro da partícula que o filtro é projetado para capturar. Este princípio se estende na maior parte dos projetos de filtragem, e é inteiramente relacionado com o tamanho da partícula, espaçamento do meio filtrante e densidade do mesmo.

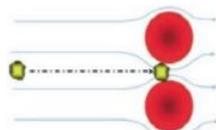


Foto: Divulgação Camfil

Interceptação: ocorre quando uma partícula grande, devido ao seu tamanho, colide com uma fibra no filtro em que o fluxo de ar está passando.

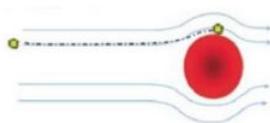


Foto: Divulgação Camfil

Difusão: ocorre quando o movimento aleatório (Browniano) de uma partícula faz com que a partícula entre em contato com uma fibra. Conforme uma partícula desocupa uma área dentro do meio filtrante, por atração e captura, ela cria uma área de menor concentração dentro do meio para que outra partícula se difunda e seja capturada em si.



Foto: Divulgação Camfil

Atração eletrostática: desempenha um papel menor na filtragem mecânica, até mesmo não sendo considerada mecanismo por muitos especialistas. Após o contato com a fibra ser feito, as menores partículas são retidas nas fibras por uma pequena força eletrostática. A força pode ser criada através de um processo de fabricação, ou ser dependente da passagem do fluxo de ar através das fibras do meio filtrante.

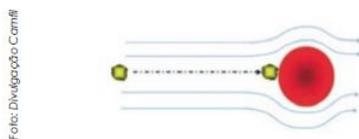


Foto: Divulgação Camfil

Separação inercial: utiliza uma mudança rápida na direção do ar e os princípios de inércia para separar a massa (partículas) do fluxo de ar, semelhante a chicanas. As partículas em uma determinada velocidade tendem a permanecer nesta velocidade e viajam em uma direção contínua.



“O sistema de filtração é que vai determinar a qualidade do ar interno, evitando a insalubridade, que pode ser associada à baixa qualidade do ar insuflado nestes locais, assim como a formação, movimentação e dispersão de contaminantes, sejam contaminantes internos infiltrados ou gerados no sistema de climatização e dutos como vapores, gases, poeiras, fungos, bactérias”, destaca Silvana.

Cuidados e manutenção dos filtros

É muito difícil enumerar os cuidados que se devem ter com as salas limpas, pois dependem da aplicação e do enfoque dado. Eles se iniciam durante a fase de conceituação do projeto, onde se definem os requisitos do usuário, se estendem durante todo o projeto e a construção, durante as quais deve ser comissionado por times muito experientes, e segue durante toda a vida útil da instalação, até seu descomissionamento final.

Fernando explica que do ponto de vista da arquitetura, a escolha de materiais e acabamentos que facilitem sua limpeza e resistam bem aos químicos empregados será crucial no projeto e na execução. Durante a vida útil, deve-se ater aos químicos previstos no projeto e, antes de utilizar outros, efetuar testes controlados para determinar sua segurança e eficácia, para se evitarem danos.

“Avaliando pelo lado do sistema de tratamento de ar, equipamentos modulares e robustos, para suportar os vários estágios de filtração, utilizando adequadamente cada um, é o mínimo requerido. E a reposição adequada por componentes de mesmo tipo e classificação, feita por profissionais devidamente habilitados é mandatória”, completa.

Os filtros de ar são utilizados para reduzir a concentração de partículas para atender a uma determinada necessidade dos usuários (classe de limpeza). Mas, como a proporção dos custos dos filtros grossos, finos e HEPA variam na ordem de 1 para 10~20 entre grossos e finos e de 1 para 5~10 entre finos e HEPA, sendo que estes últimos precisam ser testados periodicamente e após cada troca, expor os filtros de alta eficiência diretamente à grande concentração de partículas do ar atmosférico, tornaria os custos de reposição e parada de fábrica muito elevados.

“Um dos cuidados está relacionado ao manuseio no momento da substituição dos filtros, principalmente nos filtros fabricados com papel de microfibras de vidro, pois qualquer movimentação brusca pode resultar em rupturas e futuros vazamentos. Também devem ser respeitadas as instruções do fabricante com relação a estocagem (posição, quantidade de filtros na altura), evitando deformação nos mesmos”, ressalta Silvana.

Embora existam filtros laváveis de diversas classes, a esmagadora maioria dos elementos filtrantes é descartável, requerendo trocas periódicas. Usualmente, adota-se o diferencial de pressão do filtro como único indicador para sua troca. Porém, uma vez que a perda de carga em quaisquer elementos é resultado de uma função quadrática da vazão que efetivamente passa através deles, verificar o diferencial de pressão sem conhecer a vazão circulante juntamente com o diferencial de pressão é obrigatório para determinar o momento adequado para troca dos filtros.

“Manter os filtros em boas condições, trocando com regularidade, sempre respeitando as condições de perda de pressão recomendadas para troca e na troca se tomar muito cuidado na instalação de forma a não termos frestas ou passagens de ar. Outro cuidado é utilizar filtros de boa qualidade e boa procedência. Para os leigos os filtros podem até parecer iguais, mas características como eficiência, capacidade de acumulação de pó e área filtrante são fundamentais para o sucesso da instalação”, completa Luciano.



Filtro para Sala Limpa do Grupo Veco

A engenheira da Linter explica que para termos o ambiente de uma Sala Limpa constantemente regularizado nos padrões das normas técnicas vigentes, há que se providenciar um bom plano de manutenção (PMOC) de todo o sistema instalado; por exemplo, troca dos filtros regularmente, com balanceamento de ar e balanceamento frigorífico executados conforme o plano determinado de manutenção.

Devido aos custos crescentes das classes de filtração mais eficientes, além dos necessários ensaios das filtragens HEPA e ULPA, que lhes acrescentam ainda mais custos diretos (mídias e ensaios) e indiretos (maior tempo de parada de fábrica), a implantação e correta manutenção dos estágios de pré-filtração (grossos e finos) afetam diretamente os custos totais de propriedade da instalação.

“O plano de manutenção é de extrema importância, pois a degradação e a falta de manutenção do sistema de ventilação podem tornar a qualidade do ar imprópria devido à contaminação por agentes biológicos, taxas de troca e filtração do ar inadequada e perda do controle dos parâmetros térmicos.

As inspeções dos órgãos locais verificam a adequação das condições de limpeza, manutenção, operação e controle dos sistemas de climatização a partir de procedimentos pré-definidos e registrados no chamado Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC, cuja elaboração e implantação são de responsabilidade de um profissional com competência técnica comprovada”, enfatiza Silvana.



Linha de produtos da Linter Filtrros

No caso dos filtros descartáveis, deve-se tomar cuidado de se substituir os elementos filtrantes por outros equivalentes tanto com relação à classificação, quanto em relação à vazão perdas de carga inicial e final, para não afetar a capacidade do ventilador. Por outro lado, a troca dos filtros secundários deve ser efetuada após a limpeza interna do gabinete e do(s) trocador(es) de calor à montante, seguida da limpeza e inspeção das molduras e vedações do gabinete e dos filtros antes da montagem dos novos elementos filtrantes. No caso de filtros HEPA e ULPA, além da substituição é necessário o ensaio de vazamento no(s) conjunto(s) de filtragem, de acordo com as normas vigentes.

Para Fernando, cabe indicar que, conforme a norma NBR 16101 e sua fonte a EN-779, a eficiência inicial dos sistemas de filtragem fina será significativamente menor que a sua eficiência média após o carregamento parcial. Isso se deve ao fato de que ao reter partículas entre as fibras dos elementos filtrantes, estas passam a auxiliar na própria filtragem do ar, uma vez que oferecem ainda mais área para a deposição de novas partículas. Isso significa que, por exemplo, um filtro fino classe F9 novo, pode permitir uma penetração de até 30% para partículas $\geq 0,4$ micrômetros e, somente após seu carregamento inicial, atingirá sua eficiência máxima de 95%.

"Isto constituirá um sério problema para instalações de sala limpas ISO classe 8 que não possuam filtragem HEPA, pois a cada substituição dos filtros finos, a classificação dos ambientes poderá ser comprometida. Desta forma, a substituição prematura dos filtros para promover economia de energia preconizada por alguns fabricantes, pode impor riscos ao processo pela não obtenção do nível de filtragem requerido", completa o engenheiro.

Contato das empresas:

Adrifenco: www.adrifenco.com.br (<http://www.adrifenco.com.br>)

Camfil: www.camfil.com.br (<http://www.camfil.com.br>)

Grupo Veco: www.veco.com.br (<http://www.veco.com.br>)

Linter Filtrros: www.linterfiltrros.com.br (<http://www.linterfiltrros.com.br>)

0 comentários

Classificar por

Mais recentes



Adicionar um comentário...

Plugin de comentários do Facebook



(bannerRecebe.asp?id=6)

Publicidade



(bannerRecebe.asp?id=93)



(bannerRecebe.asp?id=100)



(bannerRecebe.asp?id=66)



(bannerRecebe.asp?id=105)

MEIO FILTRANTE

+55 11 4475-5679 | 11 97140-7485

[f](https://www.facebook.com/meiofiltrante) ([HTTPS://WWW.FACEBOOK.COM/MEIOFILTRANTE](https://www.facebook.com/meiofiltrante))

[t](https://www.twitter.com/meiofiltrante) ([HTTPS://WWW.TWITTER.COM/MEIOFILTRANTE](https://www.twitter.com/meiofiltrante))

[in](https://www.linkedin.com/groups/4198973) ([HTTPS://WWW.LINKEDIN.COM/GROUPS/4198973](https://www.linkedin.com/groups/4198973))

© 2001 - 2018 TODOS OS DIREITOS RESERVADOS | BY L3PPM ([HTTP://WWW.L3PPM.COM.BR](http://www.l3ppm.com.br))